

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

---

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
  - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - FADED TEXT
  - ILLEGIBLE TEXT
  - SKEWED/SLANTED IMAGES
  - COLORED PHOTOS
- 
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
  - GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

日本国特許庁

11.08.00

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

10/049989

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 8月20日

RECD 03 OCT 2000

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第234198号

WIPC:

PCT:

出願人

Applicant(s):

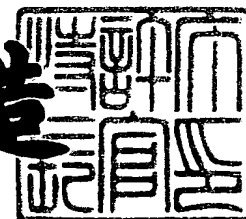
東京エレクトロン株式会社

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3073479

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP992052

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065  
C23C 16/52  
H01L 21/302

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社 総合研究所内

【氏名】 友安 昌幸

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099944

【弁理士】

【氏名又は名称】 高山 宏志

【電話番号】 045-477-3234

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062617

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9606708

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板が収容されるチャンバーと、  
チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を供給する高周波電源と、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源  
から高周波電力を給電する給電部材と、  
前記給電部材の給電位置を移動させる移動機構と、  
前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、  
前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段と  
を具備し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記移動機構は、前記給電部材の給電位置を、実質的に前記第 1 の電極の給電面における第 1 の電極と同心的な所定半径の円周上を移動させることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 被処理基板が収容されるチャンバーと、  
チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を供給する高周波電源と、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源  
から高周波電力を給電する給電手段と、  
前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、  
前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段と  
を具備し、

前記給電手段は、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面から離隔して設けられた給電板と、

この給電板における、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対

側の面の中心に対応する位置から径方向にずれた位置に接続され、前記高周波電源からの高周波電力を前記第 1 の電極に給電する給電部材と、

前記給電板を回転させて、前記給電部材の給電位置を前記第 1 の電極の給電面上で回転させる回転機構と  
を有し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記給電位置は、第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面における第 1 の電極と同心的な所定半径の円周上を移動することを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記給電位置の回転数は、20 r p m 以上であることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記高周波電源と前記給電部材とは水銀を介して接続されていることを特徴とする請求項 3 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】 前記第 1 の電極と前記給電板とによって形成される静電結合の静電容量は、前記整合器内において給電部材と直列に形成された静電容量よりも大きいことを特徴とする請求項 3 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】 被処理基板が収容されるチャンバーと、  
チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を供給する高周波電源と、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電手段と、  
前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、  
前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段と  
を具備し、

前記給電手段は、

前記高周波電源に接続された給電部と、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面のその中心以外の位置に設けられた複数の受電端子部と、

その一端が前記給電部に接続されるとともに、前記複数の受電端子部のそれぞれに給電できるように移動可能に設けられ、前記高周波電源からの高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えるスイッチ機構とを有し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】 前記スイッチ機構は、

前記複数の受電端子部にそれぞれ接続された受電端子板と、

前記給電部に接続されるとともに、前記各受電端子部の受電端子板の直上または直下を通過可能であり、かつ前記各受電端子板と対向した際に、その受電端子板との間で静電結合可能な給電端子板と、

前記給電端子板を移動させて、前記各受電端子部の受電端子板の直上または直下に順次位置させる駆動機構とを有することを特徴とする請求項 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 前記スイッチ機構は、前記給電端子板が取り付けられ、かつ前記駆動機構により回転される回転部材を有し、前記給電端子板へは前記回転部材を介して給電されることを特徴とする請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】 前記スイッチ機構を減圧雰囲気中存在させる減圧手段をさらに有することを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 12】 前記各受電端子部に接続された受電端子板は、それぞれの受電端子部に複数枚ずつ設けられ、かつ各受電端子部の複数の受電端子板と静電結合可能なように複数の給電端子板を有することを特徴とする請求項 9 ないし請求項 11 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】 前記給電部と前記スイッチ機構とは水銀を介して接続されていることを特徴とする請求項 8 ないし請求項 12 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 4】 前記受電端子板と前記給電端子板とによって形成される静電結合の静電容量は、前記整合器内の給電部材と直列に形成された静電容量よりも大きいことを特徴とする請求項 9 ないし請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 5】 被処理基板が収容されるチャンバーと、  
チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、  
前記第 1 の電極に高周波電力を供給する高周波電源と、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電手段と、  
前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、  
前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段と  
を具備し、  
前記給電手段は、  
前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面のその中心以外の位置に設けられた複数の受電端子部と、  
前記高周波電源と前記受電端子部を接続する複数の給電ラインと、  
前記複数の受電端子部のうち前記高周波電源からの高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えるスイッチ機構と  
を有し、  
前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 1 6】 前記スイッチ機構は、  
前記複数の給電ラインに設けられたスイッチ素子と、  
これらスイッチ素子を順次オン状態にする制御手段と  
を有することを特徴とする請求項 1 5 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 7】 前記スイッチ素子は P I N ダイオードを有することを特徴とする請求項 1 6 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 8】 前記複数の受電端子部は、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面におけるその中心を通らない円周上に配置されるこ



とを特徴とする請求項 1 5 ないし請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 1 9】 前記複数の受電端子部は、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面における第 1 の電極と同心的な所定半径の円周上に等間隔で配置されることを特徴とする請求項 1 8 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 2 0】 前記円周上に配置された給電端子部を順次切り換える際の周期が 2 0 回／分以上であることを特徴とする請求項 1 8 または請求項 1 9 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 2 1】 前記受電端子部は、少なくとも 3 個であることを特徴とする請求項 8 ないし請求項 2 0 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 2 2】 前記第 2 の電極に高周波を印加する他の高周波電源をさらに具備することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 2 1 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 2 3】 相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第 1 の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法であって、

前記第 1 の前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、その給電面内で給電位置を移動させることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2 4】 前記給電位置は、実質的に前記第 1 の電極の給電面における第 1 の電極と同心的な所定半径の円周上で移動されることを特徴とする請求項 2 3 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 2 5】 前記給電位置の移動速度は、2 0 r p m 以上であることを特徴とする請求項 2 4 に記載のプラズマ処理方法。

【請求項 2 6】 相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第 1 の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法であって、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面の中心以外の位置に複数の受電端子部を設け、前記第 1 の電極に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2 7】 前記受電端子部は円周状に配置され、前記受電端子部を順次切り換える際の速度が 2 0 r p m 以上であることを特徴とする請求項 2 6 に記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板等の基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

例えば半導体デバイスの製造プロセスにおいては、被処理基板である半導体ウエハに対して、エッチングやスパッタリング、CVD（化学気相成長）等のプラズマ処理が多用されている。

【0 0 0 3】

このようなプラズマ処理を行うためのプラズマ処理装置としては、種々のものが用いられているが、その中でも容量結合型平行平板プラズマ処理装置が主流である。

【0 0 0 4】

容量結合型平行平板プラズマ処理装置は、チャンバー内に一对の平行平板電極（上部および下部電極）を配置し、処理ガスをチャンバー内に導入するとともに、電極の一方に高周波を印加して電極間に高周波電界を形成し、この高周波電界により処理ガスのプラズマを形成して半導体ウエハに対してプラズマ処理を施す。

【0 0 0 5】

このような容量結合型平行平板プラズマ処理装置により半導体ウエハ上の膜、

例えば酸化膜をエッチングする場合には、チャンバー内を中圧にして、中密度プラズマを形成することにより、最適ラジカル制御が可能であり、それによって適切なプラズマ状態を得ることができ、高い選択比で、安定性および再現性の高いエッチングを実現している。

【0006】

しかしながら、近年、U L S I におけるデザインルールの微細化がますます進み、ホール形状のアスペクト比もより高いものが要求されており、酸化膜のエッチング等において従来の条件では必ずしも十分とはいえなくなりつつある。

【0007】

そこで、印加する高周波電力の周波数を上昇させ、良好なプラズマの解離状態を維持しつつ、高密度プラズマを形成することが試みられている。これにより、より低圧の条件下で適切なプラズマを形成することができるので、さらなるデザインルールの微細化に適切に対応することが可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、本発明者の検討結果によれば、このように印加する高周波電力の周波数を上昇させ、プラズマ密度を上昇させた場合には、以下のような新たな問題が生じることが判明した。

【0009】

従来、上部電極への給電は給電棒を介して行っており、この給電棒は上部電極の裏面の中心位置に設けられているが、高密度プラズマを形成するために印加周波数を上昇させると、高周波電流は電極のごく表面しか流れなくなり、給電棒から上部電極に供給された高周波電力は、電極裏面を通過して電極の円周方向に至り、電極のプラズマ接触面を円周側から中心に向かって徐々に供給される。また、上部電極の円周部分は絶縁体（容量成分）で囲まれており、絶縁体の外側のチャンバーは保安接地されている。このため、上部電極のプラズマ接触面で干渉作用により定在波が形成され、電極径方向での電界分布が不均一になる。

【0010】

このように電界分布が不均一になるとプラズマ密度が不均一となり、エッチン

グではエッチングレート分布が不均一となるため、このような電界分布不均一の原因を取り除いてエッチングレート分布を均一にすることが必要となる。

【0 0 1 1】

しかしながら、従来、このような高密度プラズマを用いた場合の問題点が必ずしも明確に認識されていたわけではなく、上記のような電界分布不均一を解消しようとする試みは未だ十分に成されていないのが現状である。

【0 0 1 2】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、より微細化に対応可能な高密度プラズマを用いたプラズマ処理において、電極表面における電界分布の不均一を小さくすることが可能であり、プラズマ密度を均一にすることが可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 の観点によれば、被処理基板が収容されるチャンバーと、

チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、

前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を印加する高周波電源と、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電部材と、

前記給電部材の給電位置を移動させる移動機構と、

前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、

前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段とを具備し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置が提供される（請求項 1）。

【0 0 1 4】

本発明の第 2 の観点によれば、被処理基板が収容されるチャンバーと、

チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、

前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を供給する高周波電源と、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電手段と、

前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、

前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段とを具備し、

前記給電手段は、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面から離隔して設けられた給電板と、

この給電板における、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面の中心に対応する位置から径方向にずれた位置に接続され、前記高周波電源からの高周波電力を前記第 1 の電極に給電する給電部材と、

前記給電板を回転させて、前記給電部材の給電位置を前記第 1 の電極の給電面上で回転させる回転機構とを有し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置が提供される（請求項 3）。

【 0 0 1 5 】

本発明の第 3 の観点によれば、被処理基板が収容されるチャンバーと、チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、前記第 1 の電極に整合器を介して高周波電力を供給する高周波電源と、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電手段と、

前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、

前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段とを具備し、

前記給電手段は、

前記高周波電源に接続された給電部と、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面のその中心以外の位置に設けられた複数の受電端子部と、

その一端が前記給電部に接続されるとともに、前記複数の受電端子部のそれぞれに給電できるように移動可能に設けられ、前記高周波電源からの高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えるスイッチ機構とを有し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置が提供される（請求項 8）。

#### 【0016】

本発明の第 4 の観点によれば、被処理基板が収容されるチャンバーと、チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極と、前記第 1 の電極に高周波電力を供給する高周波電源と、前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に前記高周波電源から高周波電力を給電する給電手段と、前記チャンバー内を所定の減圧状態に維持する排気手段と、前記チャンバー内に処理ガスを導入する処理ガス導入手段とを具備し、

前記給電手段は、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面のその中心以外の位置に設けられた複数の受電端子部と、

前記高周波電源と前記受電端子部を接続する複数の給電ラインと、

前記複数の受電端子部のうち前記高周波電源からの高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えるスイッチ機構とを有し、

前記高周波電力により処理ガスをプラズマ化してプラズマ処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置が提供される（請求項 15）。

#### 【0017】

本発明の第 5 の観点によれば、相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第 1 の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法であって、

前記第 1 の前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、その給電面内で給電位置を移動させることを特徴とするプラズマ処理方法が提供される（請求項 2 3）。

## 【0 0 1 8】

本発明の第 6 の観点によれば、相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第 1 の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法であって、

前記第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面の中心以外の位置に複数の受電端子部を設け、前記第 1 の電極に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、高周波電力を受電する受電端子部を順次切り換えることを特徴とするプラズマ処理方法が提供される（請求項 2 6）。

## 【0 0 1 9】

本発明によれば、相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第 1 の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すに際し、第 1 の電極の前記第 2 の電極に対向する面と反対側の面に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、その給電面内で給電位置を移動させるので、電極の中心から給電する場合のような干渉が生じず、干渉作用による定在波の形成を防止することができる。例えば、給電位置を電極中心からシフトさせて回転させることにより、電界強度が高い位置が移動し、電界強度が平均化される。したがって、第 1 の電極のプラズマ接触面における電界分布をより均一とすることができ、プラズマ密度を均一にすることができる。

## 【0 0 2 0】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

まず、第 1 の実施形態について説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。このプラズマ処理装置 1 は、電極板が上下平行に対向し、一方にプラズマ形成用電源が接続された容量結合型

平行平板エッチング装置として構成されている。

【 0 0 2 1 】

このプラズマエッチング処理装置 1 は、表面がアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムからなる円筒形状に成形されたチャンバー 2 を有しており、このチャンバー 2 は保安接地されている。前記チャンバー 2 内の底部にはセラミックなどの絶縁板 3 を介して、被処理体、例えば半導体ウエハ（以下「ウエハ W」という）W を載置するための略円柱状のサセプタ支持台 4 が設けられており、さらにこのサセプタ支持台 4 の上には、下部電極を構成するサセプタ 5 が設けられている。このサセプタ 5 にはハイパスフィルター（H P F）6 が接続されている。

【 0 0 2 2 】

前記サセプタ支持台 4 の内部には、冷媒室 7 が設けられており、この冷媒室 7 には、冷媒が冷媒導入管 8 を介して導入され冷媒排出管 9 から排出されて循環し、その冷熱が前記サセプタ 5 を介して前記ウエハ W に対して伝熱され、これによりウエハ W の処理面が所望の温度に制御される。

【 0 0 2 3 】

前記サセプタ 5 は、その上中央部が凸状の円板状に成形され、その上にウエハ W と略同形の静電チャック 1 1 が設けられている。静電チャック 1 1 は、絶縁材の間に電極 1 2 が介在されており、電極 1 2 に接続された直流電源 1 3 から 1 . 5 k V の直流電圧が印加されることにより、クーロン力によってウエハ W を静電吸着する。

【 0 0 2 4 】

そして、前記絶縁板 3、サセプタ支持台 4、サセプタ 5、さらには前記静電チャック 1 1 には、被処理体であるウエハ W の裏面に、伝熱媒体である H e ガスを供給するためのガス通路 1 4 が形成されており、この伝熱媒体を介してサセプタ 5 の冷熱がウエハ W に伝達されウエハ W が所定の温度に維持されるようになっている。

【 0 0 2 5 】

前記サセプタ 5 の上端周縁部には、静電チャック 1 1 上に載置されたウエハ W



を囲むように、環状のフォーカスリング 1 5 が配置されている。このフォーカスリング 1 5 はシリコンなどの導電性材料からなっており、これによりエッチングの均一性が向上される。

【 0 0 2 6 】

前記サセプタ 5 の上方には、このサセプタ 5 と平行に対向して上部電極 2 1 が設けられている。この上部電極 2 1 は、絶縁材 2 5 を介して、チャンバー 2 の上部に支持されており、サセプタ 5 との対向面を構成し、多数の吐出孔 2 4 を有する、例えば表面がアルマイト処理されたアルミニウム、シリコン、SiC、またはアモルファスカーボンからなる電極板 2 3 と、この電極板 2 3 を支持し、導電性材料、例えば表面がアルマイト処理されたアルミニウムからなる水冷構造の電極支持体 2 2 とによって構成されている。なお、サセプタ 5 と上部電極 2 1 とは、10～60mm程度離間している。

【 0 0 2 7 】

前記上部電極 2 1 における電極支持体 2 2 にはガス導入口 2 6 が設けられ、さらにこのガス導入口 2 6 には、ガス供給管 2 7 が接続されており、このガス供給管 2 7 には、バルブ 2 8、およびマスフローコントローラ 2 9 を介して、処理ガス供給源 3 0 が接続されている。処理ガス供給源 3 0 から、プラズマ処理、例えばエッチングのための処理ガスが供給される。

【 0 0 2 8 】

処理ガスとしては、従来用いられている種々のものを採用することができ、フロロカーボンガス ( $C_x F_y$ ) やハイドロフロロカーボンガス ( $C_p H_q F_r$ ) のようなハロゲン元素を含有するガスを好適に用いることができる。他に Ar、He 等の希ガスや  $N_2$  を添加してもよい。

【 0 0 2 9 】

前記チャンバー 2 の底部には排気管 3 1 が接続されており、この排気管 3 1 には排気装置 3 5 が接続されている。排気装置 3 5 はターボ分子ポンプなどの真空ポンプを備えており、これによりチャンバー 2 内を所定の減圧雰囲気、例えば 0.01Pa 以下の所定の圧力まで真空引き可能なように構成されている。また、チャンバー 2 の側壁にはゲートバルブ 3 2 が設けられており、このゲートバルブ

3 2 を開にした状態でウエハ W が隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。

#### 【 0 0 3 0 】

上部電極 2 1 には、第 1 の高周波電源 4 0 から高周波電力が供給されるようになっており、その給電線 4 2 には整合器 4 1 が介在されている。また、上部電極 2 1 にはローパスフィルター（L P F）4 3 が接続されている。この第 1 の高周波電源 4 0 は、2 7 M H z 以上の周波数を有しており、このように高い周波数を印加することによりチャンバー 2 内に好ましい解離状態でかつ高密度のプラズマを形成することができ、低圧条件下のプラズマ処理が可能となる。この例では、高周波電源 4 0 として 6 0 M H z のものを用いている。

#### 【 0 0 3 1 】

チャンバー 2 の上方には、チャンバー 2 と同径の電磁波遮蔽箱 5 0 がチャンバー 2 に連続して設けられており、その中に上部電極 2 1 に高周波電力を給電する給電棒（給電部材）5 1 と給電板 5 2 とが設けられている。さらに電磁波遮蔽箱 5 0 の外側に給電板 5 2 を回転させるモータ 5 3 が設けられている。そして、給電棒 5 1、給電板 5 2 およびモータ 5 3 により給電手段を構成している。

#### 【 0 0 3 2 】

図 2 にも示すように、給電板 5 2 は円盤状をなし、上部電極 2 1 の裏面と平行に上部電極 2 1 から微小離隔してその中心を回転軸として回転可能に設けられている。この給電板 5 2 は上部電極 2 1 よりも小径であり、上部電極 2 1 と同心状に配置されている。

#### 【 0 0 3 3 】

給電棒 5 1 は、電磁遮蔽箱 5 0 の天壁から給電板 5 2 の中心に向かって垂直に延びる上垂直部 5 1 a と、この上垂直部 5 1 a に連続し水平方向外側に延びる水平部 5 1 b と、この水平部 5 1 b に連続して垂直に延び給電板 5 2 の中心からずれた位置に接続される下垂直部 5 1 c とを有するクランク状をなしている。そして、上垂直部 5 1 a と電磁遮蔽箱 5 0 の天壁との間にはベアリング 5 6 が設けられており、給電棒 5 1 が回転可能となっている。また、ベアリング 5 6 の上方には、整合器 4 1 の出力である固定された上部給電棒 4 6 と回転可能な給電棒 5 1

とを接続する接続機構 5 7 が設けられている。この接続機構 5 7 は、図 3 に示すように、ボックス 5 7 a とその中に貯留される水銀 5 7 b とを有している。そして上部給電棒 4 6 の先端に設けられた円盤部 4 6 a を含む上部給電棒 4 6 の先端部が水銀 5 7 b に浸漬されている。給電棒 5 1 が回転する場合には、ボックス 5 7 a ごと回転するようになっている。

## 【 0 0 3 4 】

モータ 5 3 は電磁遮蔽箱 5 0 の上に設けられており、その回転軸 5 4 が電磁遮蔽箱 5 0 の内部へ垂直下方へ延びており、その下端部にはギア 5 5 が取り付けられている。一方、上記給電板 5 2 の周面はギアとなっており、給電板 5 2 とギア 5 5 とが噛合されている。また、給電板 5 2 は不図示の支持機構により支持されている。したがって、給電板 5 2 は給電棒 5 1 を軸として回転可能となっている。

## 【 0 0 3 5 】

給電板 5 2 と上部電極 2 1 との離間距離は例えば 5 m m 程度であり、これらは容量結合されている。この状態で上述のように給電板 5 2 が回転することにより、給電棒 5 1 の給電板 5 2 に対する接続部 5 8 が給電板 5 2 の中心を回転中心として回転する。したがって、上部電極 2 1 への給電位置が電極 2 1 の表面上、すなわち電極支持体 2 2 の上面上で上部電極 2 1 の中心を回転中心として回転する。

## 【 0 0 3 6 】

下部電極としてのサセプタ 5 には、第 2 の高周波電源 4 4 が接続されており、その給電線には整合器 4 5 が介在されている。この第 2 の高周波電源 4 4 は例えば 1 0 0 k H z ~ 1 3 . 5 6 M H z の範囲から選択された周波数を有しており、このような範囲の周波数を印加することにより、被処理体であるウエハ W に対して適切なイオン作用を与えることができる。この例では、この第 2 の高周波電源 4 4 としては 2 M H z のものを用いている。

## 【 0 0 3 7 】

次に、以上のように構成されるプラズマ処理装置 1 における処理動作について説明する。

まず、被処理基板であるウエハWは、ゲートバルブ 3 2 が開放された後、図示しないロードロック室からチャンバー 2 内へと搬入され、静電チャック 1 1 上に載置される。そして、高圧直流電源 1 3 から直流電圧が印加されることによって、ウエハWが静電チャック 1 1 上に静電吸着される。次いで、ゲートバルブ 3 2 が閉じられ、排気装置 3 5 によって、チャンバー 2 内が所定の真空度まで真空引きされる。

【 0 0 3 8 】

その後、バルブ 2 8 が開放されて、処理ガス供給源 3 0 から処理ガスがマスフローコントローラ 2 9 によってその流量が調整されつつ、処理ガス供給管 2 7、ガス導入口 2 6 を通って上部電極 2 1 の内部へ導入され、さらに電極板 2 3 の吐出孔 2 4 を通って、図 1 の矢印に示すように、ウエハWに対して均一に吐出され、チャンバー 2 内の圧力が所定の値に維持される。

【 0 0 3 9 】

そして、その後、第 1 の高周波電源 4 0 から 6 0 M H z の高周波が上部電極 2 1 に印加される。これにより、上部電極 2 1 と下部電極としてのサセプタ 5 との間に高周波電界が生じ、処理ガスが解離してプラズマ化し、このプラズマにより、ウエハWに対してエッチング処理が施される。

【 0 0 4 0 】

他方、第 2 の高周波電源 4 4 からは 2 M H z の高周波が下部電極であるサセプタ 5 に印加される。これにより、プラズマ中のイオンがサセプタ 5 側へ引き込まれ、イオンアシスト作用によりエッチングの異方性が高められる。

【 0 0 4 1 】

このような場合に生じる従来技術の問題点について図 4、図 5 を用いて説明する。上述のように上部電極 2 1 に印加する高周波の周波数を 2 7 M H z よりも高くすることにより、プラズマ密度を上げることができるが、給電棒を電極中心位置に配置する従来の装置では、上部電極 2 1 のプラズマ接触面において、電流、電圧の位相差に基づく干渉作用によって定在波が形成され、電界の不均一が生じる。

【 0 0 4 2 】

すなわち、上部電極 21 の電極板 23 は、通常、表面がアルマイト処理されたアルミニウム、Si、SiC 等の導電体または半導体で構成されており、高周波電源 40 から給電棒 51' を介して供給される高周波電流が高周波数化すると、表皮効果により電極のごく表面にしか電力が供給されず（この時の表面深さ  $\delta$  は  $(2/\omega\sigma\mu)^{1/2}$  と表される。ただし、 $\omega = 2\pi f$  ( $f$ : 周波数)、 $\sigma$ : 導電率、 $\mu$ : 透磁率)、上部電極 21 の中心に給電棒が存在する場合には、電圧および電流は給電棒 51' の表面、電極支持体 22 の上面、電極支持体 22 の側面、電極板 23 の側面を通過してプラズマ接触面である電極板 23 の下面に達する。この場合に、給電棒 51' は上部電極 21 の中心に存在しているため、電極板 23 下面のエッジ部ではどこも電圧および電流が同じ位相であり、図 5 に示すように、電極板 23 のエッジ部から同位相で中心方向へ徐々に電力が供給される。そのため、電極板 23 の中心とエッジ部とで位相差  $d/\lambda$  ( $\lambda$  は電極表面波の波長、 $d$  は電極の半径) が生じる。また、電氣的な等価回路上、上部電極 21 の円周部分は、プラズマに電力が供給される方向と並列に絶縁体 (C 成分) を介してグラウンドに落ち、円周位置での電界強度  $E_0$  は、 $E_0 = E \cdot \cos(\omega t)$  となる。また、電極中心部分での電界強度  $E_c$  は、 $E_c = E \cdot \cos(\omega t + d/\lambda)$  となる。 $\omega$  は印加周波数であり、 $\lambda$  は印加周波数および高調波がプラズマを介して形成される (波長短縮) 波長である。この時、高周波電力は円周部分から中心に向けて徐々に供給されるため、円周側からの電圧および電流が電極板 23 の中心部に集まる。これによって、電極板 23 下面の中心部分の電界強度がエッジ部分の電界強度よりも高くなる。また、中心位置はプラズマと接しているため、RF 等価回路的には開放端となっている。したがって、電極板 23 の下面には半径方向に波長  $\lambda = 2d$  の定在波が形成される。そのため、プラズマ密度の不均一を生じる。

#### 【0043】

そこで本実施形態では、このような原因によって生じる定在波を解消するため、円盤状をなす給電板を上部電極 21 の裏面と平行に上部電極 21 から微小離隔してその中心を回転軸として回転可能に設け、給電棒 51 をこの給電板 52 の中心からシフトした位置に接続している。給電板 52 と上部電極 21 とは容量結合

されているので、この状態で給電板 5 2 を回転させることにより、給電棒 5 1 の給電板 5 2 に対する接続部 5 8 が給電板 5 2 の中心を回転中心として回転する。高周波電流は容量結合している給電板 5 2 から上部電極 2 1 へ流れるので、上部電極 2 1 への給電位置が電極支持体 2 2 の上面上で上部電極 2 1 の中心を回転中心として回転することとなる。

## 【 0 0 4 4 】

このように給電位置が上部電極 2 1 の給電面内で移動されるので、上部電極 2 1 の中心から給電する場合のような干渉作用による定在波の形成を防止することができる。すなわち、給電位置を上部電極 2 1 の中心からシフトさせることにより、電界強度の高い位置が中心からずれるとともに、給電位置を回転させることにより、それにともなって電界強度が高い位置が移動するため、電界強度が平均化される。したがって、上部電極 2 1 のプラズマ接触面における電界分布をより均一にすることができ、プラズマ密度を均一にすることができる。

## 【 0 0 4 5 】

この場合に、給電位置の上部電極 2 1 中心からのシフト量は、特に限定されないが、上部電極 2 1 の中心から給電する場合に形成される定在波の半値幅の半径分シフトすることが好ましい。

## 【 0 0 4 6 】

また、給電位置の回転速度、すなわち給電板 5 2 の回転速度は、エッチングする膜が絶縁性である場合にプラズマの不均一に起因して生じるおそれがあるチャージアップダメージを回避することができるように、かつエッチングの均一性が良好になるように、できるだけ速く回転することが好ましい。しかし、エッチングの均一性のみを考慮すると 2 0 r p m 以上であれば十分である。

## 【 0 0 4 7 】

なお、整合器 4 1 は、図 6 に示すような構造となっており、高周波電源 4 0 および給電棒 5 1 に対して直列に上流側からコイル 8 1 および可変コンデンサー 8 4 が設けられており、さらにコイル 8 1 の上流側には接地されたコンデンサー 8 0 が接続され、コイル 8 1 の下流側には接地された可変コンデンサー 8 2 とコンデンサー 8 3 が接続されている。ここで、上記上部電極 2 1 と給電板 5 2 とはコ

ンデンサーを形成するが、その静電容量が整合器 4 1 の給電棒 5 1 と直列に形成された可変コンデンサー 8 4 の静電容量以下であると整合範囲が変化するおそれがある。したがって、上部電極 2 1 と給電板 5 2 とで形成されたコンデンサーの静電容量は、可変コンデンサー 8 4 の静電容量よりも大きいことが整合範囲を変化させない観点から好ましく、その 1 0 倍以上であることが一層好ましい。

【 0 0 4 8 】

また、固定された上部給電棒 4 6 と回転可能な給電棒 5 1 とを接続する接続機構 5 7 は水銀を用いてこれらを接続しているので、その構造を簡易なものとできることに加え、電気抵抗を低く抑え、かつ摩擦を生じさせないようにすることができるといった効果を得ることができる。

【 0 0 4 9 】

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 7 は本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図であり、図 8 は図 7 の装置に用いられる上部電極周辺部を一部切り欠いて示す斜視図である。このプラズマ処理装置 1' も、第 1 の実施形態と同様、電極板が上下平行に対向し、一方にプラズマ形成用電源が接続された容量型平行平板エッチング装置として構成されており、図 7 において、図 1 と同じものには基本的に同じ符号を付して説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

本実施形態においては、第 1 の実施形態とは異なり、上部電極 2 1 の裏面、すなわち電極支持体 2 2 の上面における上部電極 2 1 と同心的な円周上に等間隔で配置された複数（図では 6 個）の受電端子部 6 0 と、上部給電棒 4 6 に一端が接続され、複数の受電端子部 6 0 のそれぞれに給電できるように設けられ、高周波電源 4 0 からの高周波電力を受電する受電端子部 6 0 を順次切り換えるスイッチ機構 6 1 とを有している。

【 0 0 5 1 】

スイッチ機構 6 1 は、電極支持体 2 2 上面の中央に設けられ、筐体 6 2 と、筐体 6 2 内に設けられるとともに、一つの受電端子部 6 0 に 5 枚ずつ接続された受電端子板 6 3 と、筐体 6 2 内の中央に垂直にかつ回転可能に設けられた回転部材

6 4 と、回転部材 6 4 に取り付けられ、同じ方向に延びる扇形をなす 4 枚の給電端子板 6 5 と、筐体 6 2 内の底部に設けられ回転部材 6 4 を回転させるモータ 6 6 とを有している。各受電端子の 5 枚の受電端子板 6 3 はその外側部分同士が部材 6 3 a により接続されており、筐体 6 2 の周壁と部材 6 3 a との間には、絶縁部材 6 2 b が設けられている。そして、筐体 6 2 内には円盤状の支持壁 6 2 a が設けられ、この支持壁 6 2 a と回転部材 6 4 との間にはベアリング 6 7 が取り付けられている。また、上部給電棒 4 6 と回転可能な回転部材 6 4 とを接続する接続機構 5 7' が設けられている。接続機構 5 7' は第 1 の実施形態の接続機構 5 7 と同様、水銀を介して接続するようになっている。また、筐体 6 2 の上壁と固定されている上部給電棒 4 6 との間は密閉されており、筐体 6 2 は図示しない排気手段により真空状態に維持することが可能となっている。

【 0 0 5 2 】

一つの受電端子部 6 0 に接続されている 5 枚の受電端子板 6 3 は水平に配置されており、4 枚の給電端子板 6 5 も水平に設けられている。そして、これら 5 枚の受電端子板 6 3 のそれぞれの間を 4 枚の給電端子板 6 5 がそれぞれ通過することが可能となっており、図示するように、一つの受電端子部 6 0 に接続された 5 枚の受電端子板 6 3 のそれぞれの間に 4 枚の給電端子板 6 5 が上下に配置されることにより、受電端子板 6 3 と給電端子板 6 5 とが容量結合するようになっている。この状態では、高周波電源 4 0 からの高周波電力は、回転部材 6 4 から対応する受電端子部 6 0 を介して上部電極 2 1 へ供給される。そして回転部材 6 4 を回転させることにより、受電する受電端子部 6 0 が順次切り換えられる。他の構成については、基本的に図 1 と同様である。

【 0 0 5 3 】

このように構成されるプラズマ処理装置 1' においては、基本的に第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置 1 と同様にエッチング処理が行われる。

【 0 0 5 4 】

本実施形態では、上部電極 2 1 の裏面、すなわち電極支持体 2 2 の上面に複数の受電端子部 6 0 を設け、各受電端子部 6 0 に接続された受電端子板 6 3 と、回転部材 6 4 に接続された給電端子板 6 5 とが容量結合可能とし、回転部材 6 4 を



回転させることにより受電端子板 6 3 の上下を給電端子板 6 5 が通過して、各受電端子部 6 0 においてこのような容量結合を順次形成するようにしたので、容量結合（コンデンサー）が形成された受電端子部 6 0 が高周波電源 4 0 からの高周波電力を順次受電することとなる。したがって、回転部材 6 4 の回転に対応して、上部電極 2 1 への給電位置が移動することとなり、上部電極 2 1 の中心から給電する場合のような固定された干渉縞が生じず、干渉作用に起因する定在波の形成を防止することができる。具体的には、上部電極 2 1 における給電位置をその中心からシフトさせた位置である受電端子部 6 0 とすることにより電界強度の高い位置が中心からずれるとともに、上部電極 2 1 と同心的な円周上に配置された受電端子部 6 0 のうち受電する端子部を順次切り換えて上部電極 2 1 の給電位置を回転させることによって電界強度が高い位置が移動するため、電界強度が平均化される。したがって、上部電極 2 1 のプラズマ接触面における電界分布をより均一にすることができ、プラズマ密度を均一にすることができる。

#### 【 0 0 5 5 】

この際に、スイッチ機構 6 1 の筐体 6 2 内は、図示しない排気機構により所定の真空状態となっており、大気ブレークダウンが発生し難いので、受電端子板 6 3 と給電端子板 6 5 との間隔を狭くすることができ、形成されるコンデンサーの静電容量が大きくなって高周波電力の損失を減少させることができる。また、各受電端子部 6 0 において複数の受電端子板 6 3 を設け、それらの間に複数の給電端子板 6 5 が配置されることにより、コンデンサーの電極面積が大きくなって静電容量が大きくなるため、高周波電力の損失を減少させることができる。もちろん受電端子板 6 3 を各受電端子部 6 0 につき 1 枚ずつとし、給電端子板 6 5 を 1 枚として 1 つのコンデンサーを形成するようにしてもよい。特に、本実施形態のようにスイッチ機構 6 1 の筐体 6 2 内を真空状態としている場合には上述のように受電端子板 6 3 と給電端子板 6 5 との間隔を狭くすることができるので、受電端子板 6 3 を各受電端子部 6 0 につき 1 枚ずつとし、給電端子板 6 5 を 1 枚として 1 つのコンデンサーを形成するようにしても大きな静電容量を得ることができる。なお、図 1 に示す第 1 の実施形態においても、給電板 5 2 等が設けられている空間を真空排気すれば同様の効果を得ることができる。

## 【0056】

また、給電位置の移動速度、すなわち受電端子部 60 の切り換える際の周期は、エッチングする膜が絶縁性である場合にプラズマの不均一に起因して生じるおそれがあるチャージアップダメージを回避することができるように、かつエッチングの均一性が良好になるように、できるだけ速いほうが好ましい。しかし、エッチングの均一性のみを考慮するとその周期が 20 回/分以上であれば十分である。

## 【0057】

なお、本実施形態において、上記受電端子板 63 と給電端子板 65 とはコンデンサーを形成するが、その静電容量が整合器 41 の給電棒 51 と直列に形成された可変コンデンサー 84 の静電容量以下であると整合範囲が変化するというおそれがある。したがって、受電端子板 63 と給電端子板 65 とで形成されたコンデンサーの静電容量は、可変コンデンサー 84 の静電容量よりも大きいことが整合範囲を変化させない観点から好ましく、その 10 倍以上であることが一層好ましい。

## 【0058】

次に、本発明の第 3 の実施形態について説明する。図 9 は本発明の第 3 の実施形態に係るプラズマ処理装置を模式的に示す断面図である。このプラズマ処理装置 1'' も、従前の実施形態と同様、電極板が上下平行に対向し、一方にプラズマ形成用電源が接続された容量型平行平板エッチング装置として構成されており、図 9 において、図 1 と同じものには基本的に同じ符号を付して説明を省略する。

## 【0059】

本実施形態においては、第 2 の実施形態における受電端子部 60 と同様、上部電極 21 の裏面、すなわち電極支持体 22 の上面における上部電極 21 と同心的な円周上に等間隔で配置された複数の受電端子部 60' を有している。そして、整合器 41 に接続された給電棒 68 と、給電棒 68 から分岐して各受電端子部 60' に接続された給電部材 69 と、各給電部材 69 に設けられた PIN ダイオードからなるスイッチ素子 71 と、これらスイッチ素子 71 を制御するコントローラ 72 とを有するスイッチ機構 70 が設けられている。

## 【0060】

スイッチ機構 7 0 においては、スイッチ素子 7 1 がコントローラ 7 2 からの信号によりオン・オフ可能となっており、コントローラ 7 2 から各スイッチ素子 7 1 へ所定のパルス信号が出力されることにより、各スイッチ素子 7 1 を順次オン状態にすることが可能となっている。他の構成については、基本的に図 1 と同様である。

#### 【 0 0 6 1 】

このように構成されるプラズマ処理装置 1 ' ' においては、基本的に第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置 1 と同様にエッチング処理が行われる。

#### 【 0 0 6 2 】

本実施形態では、上部電極 2 1 の裏面、すなわち電極支持体 2 2 の上面に複数の受電端子部 6 0 ' を設け、各受電端子部 6 0 ' に接続された給電棒 6 8 から分岐する給電部材 6 9 に P I N ダイオードからなるスイッチ素子 7 1 をそれぞれ設け、コントローラ 7 2 によりオン状態にするスイッチ素子 7 1 を順次切り換えるようにしたので、それに対応して各受電端子部 6 0 ' が高周波電源 4 0 からの高周波電力を順次受電することとなる。したがって、コントローラ 7 2 からの信号によるスイッチ素子 7 1 のオン・オフ動作に対応して、上部電極 2 1 への給電位置が移動することとなり、上部電極 2 1 の中心から給電する場合のような干渉が生じず、干渉作用に起因する定在波の形成を防止することができる。具体的には、上部電極 2 1 における給電位置をその中心からシフトさせた位置である受電端子部 6 0 ' とすることにより電界強度の高い位置が中心からずれるとともに、上部電極 2 1 と同心的な円周上に配置された受電端子部 6 0 ' のうち受電する端子部を順次切り換えて上部電極 2 1 の給電位置を回転させることによって電界強度が高い位置が移動するため、電界強度が平均化される。したがって、上部電極 2 1 のプラズマ接触面における電界分布をより均一にすることができ、プラズマ密度を均一にすることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

この場合に、給電位置の移動速度、すなわち受電端子部 6 0 ' を切り換える際の周期は、第 2 の実施形態と同様、エッチングの均一性のみを考慮するとその周期が 2 0 回 / 分以上であれば十分である。しかし、エッチングする膜が絶縁性で

ある場合にプラズマの不均一に起因して生じるおそれがあるチャージアップダメージを回避するためにはこの周期はできるだけ速いほうが好ましく、具体的には 500 kHz 以上であれば、チャージアップダメージが生じるおそれをほぼなくすることができると考えられる。第 1 および第 2 の実施形態では、給電位置の移動を機械的機構により実現していたため、このような高速で給電位置を移動させることは実質的に不可能であり、チャージアップダメージの発生を完全には防止することができなかったが、本実施形態では、コントローラ 72 からの電気信号によりスイッチ素子を切り換えるため、このような高速な給電位置の移動が可能であり、チャージアップダメージをほぼ完全に防止することができる。

## 【0064】

上記第 1 から第 3 の実施形態において、上部電極への印加周波数が高くなるほど定在波が形成されやすくなるため、印加周波数が 27 MHz 以上の場合に特に有効であるが、27 MHz 未満の周波数であっても定在波の影響が皆無ではなく、本発明を適用することにより一定の効果を得ることができる。また、プラズマ密度が  $1 \times 10^{11}$  個/cm<sup>3</sup> 以上の場合に上記問題が生じやすく、本発明はこのような場合に特に有効である。

## 【0065】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく、種々変形可能である。例えば、上記第 1 の実施形態では、給電位置を上部電極の給電面における上部電極と同心的な所定半径の円周上を移動させるようにしたが、これに限らず上部電極の中心を通らない円周を移動すればよく、また給電位置の移動軌跡も円周に限らず他のものであってもよい。また、固定部と移動部との接続機構として水銀による結合を用いたが、これに限らず機械的機構等他の機構であってもよい。

## 【0066】

また、第 2 および第 3 の実施形態において、受電端子部を上部電極の給電面における上部電極と同心的な所定半径の円周上に等間隔で配置したが、必ずしも上部電極と同心的な円周でなくてもよく、その配置も等間隔である必要はない。さらに、受電される受電端子部を順次切り換えることができれば、それらの配置は円周状でなくてもよい。また、受電端子部を 6 個設けた例を示したが、その数は

特に限定されない。ただし、3個以上であることが好ましく、よりプラズマの均一化を促進するためにはその数は多いほどよい。

#### 【0067】

第2の実施形態ではスイッチ機構として静電結合を利用したが、スイッチ機構が可動部を有し複数の受電端子部に順次給電することができれば、これに限るものではない。また、第3の実施形態ではスイッチ素子としてPINダイオードを用いたが、スイッチ機能を有する素子であればこれに限るものではない。さらに、給電位置の移動手段は、第1ないし第3の実施形態のものに限らず、給電位置を移動することができればどのような手段であってもよい。

#### 【0068】

上記いずれの実施形態においても、上下電極に高周波電力を供給したが、一方のみに高周波電力を供給するタイプであってもよい。また、本発明を上部電極に適用した場合について示したが、下部電極に適用することも可能である。さらに、被処理基板として半導体ウエハを用い、これにエッチングを施す場合について説明したが、これに限らず、処理対象としては液晶表示装置(LCD)基板等の他の基板であってもよく、またプラズマ処理もエッチングに限らず、スパッタリング、CVD等の他の処理であってもよい。

#### 【0069】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、相対向するように設けられた第1および第2の電極間の処理空間に被処理基板を配置し、この処理空間に処理ガスを導入しつつ前記第1の電極に高周波電力を供給することにより処理空間にプラズマを形成して前記基板にプラズマ処理を施すに際し、第1の電極の前記第2の電極に対向する面と反対側の面に高周波電力を給電してプラズマを形成する際に、その給電面内で給電位置を移動させるので、電極の中心から給電する場合のような干渉が生じず、干渉作用による定在波の形成を防止することができる。したがって、第1の電極のプラズマ接触面における電界分布をより均一とすることができ、プラズマ密度を均一にすることができる。このため、プラズマ処理を均一に行うことができ、チャージアップダメージの発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す断面図。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置における上部電極への給電機構を説明するための斜視図。

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置に用いた、上部給電棒と給電棒とを接続する接続機構を示す断面図。

【図 4】

従来の上部電極における高周波電力の供給系路を模式的に示す断面図。

【図 5】

従来の上部電極における高周波電力の供給系路を模式的に示す底面図。

【図 6】

本発明の第 1 の実施形態に係るプラズマ処理装置に用いた整合器を示す回路図。

【図 7】

本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す断面図。

【図 8】

本発明の第 2 の実施形態に係るプラズマ処理装置に用いられる上部電極周辺部を一部切り欠いて示す斜視図

【図 9】

本発明の第 3 の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す断面図。

【符号の説明】

1, 1', 1'' ; プラズマ処理装置

2 ; チャンバー

5 ; サセプタ (第 2 の電極)

2 1 ; 上部電極 (第 1 の電極)

2 2 ; 電極支持体

2 3 ; 電極板

3 0 ; 処理ガス供給源

3 5 ; 排気装置

4 0 ; 第 1 の高周波電源

4 1 , 4 5 ; 整合器

4 4 ; 第 2 の高周波電源

5 1 ; 給電棒

5 2 ; 給電板

5 3 , 6 6 ; モーター

5 7 ; 接続機構

---

6 0 , 6 0' ; 受電端子部

6 1 , 7 0 ; スイッチ機構

6 3 ; 受電端子板

6 4 ; 回転部材

6 5 ; 給電端子板

7 1 ; スイッチ素子

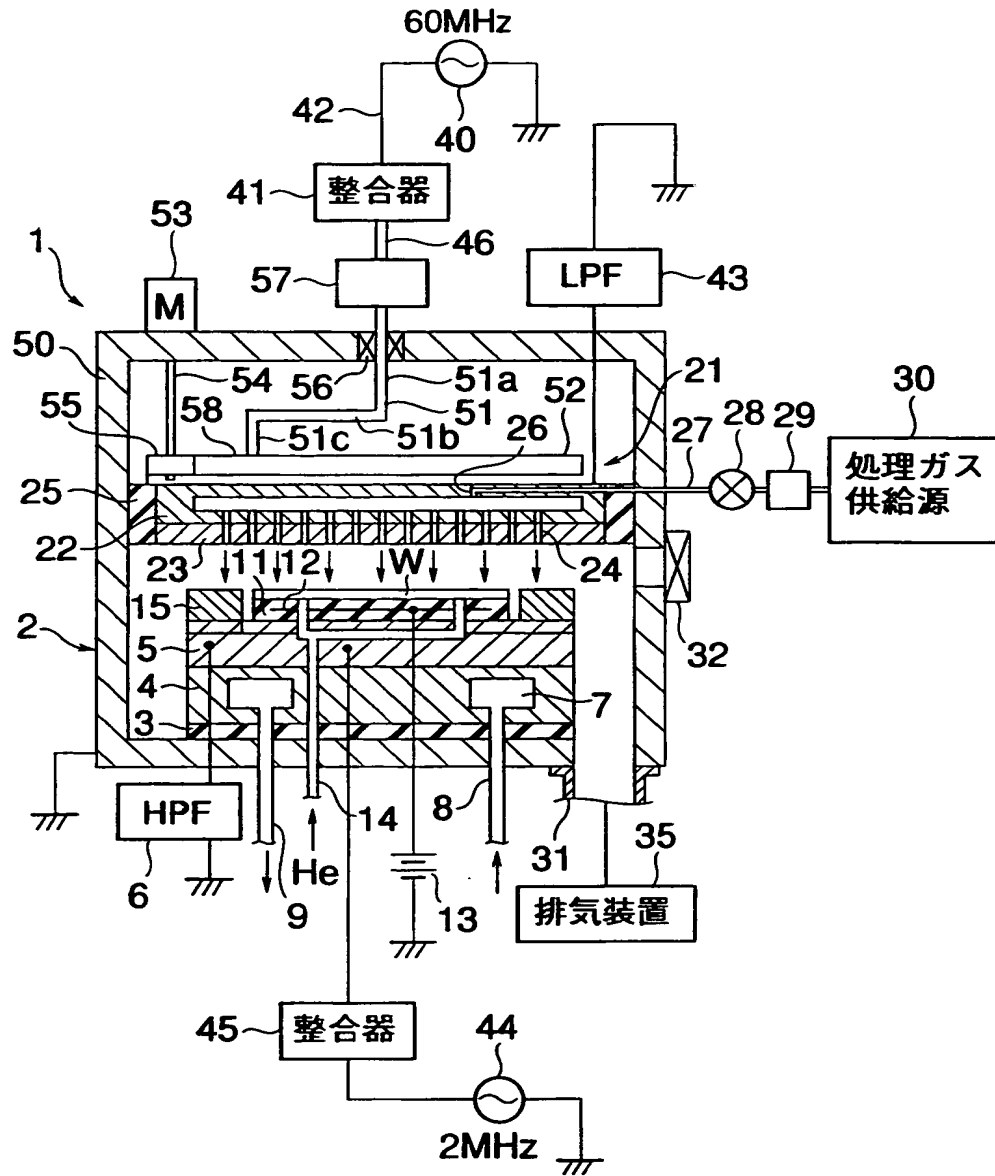
7 2 ; コントローラ

W ; 半導体ウエハ

---

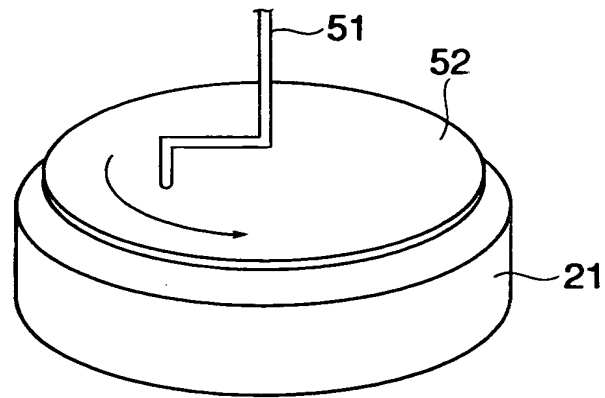
【書類名】 図面

【図 1】

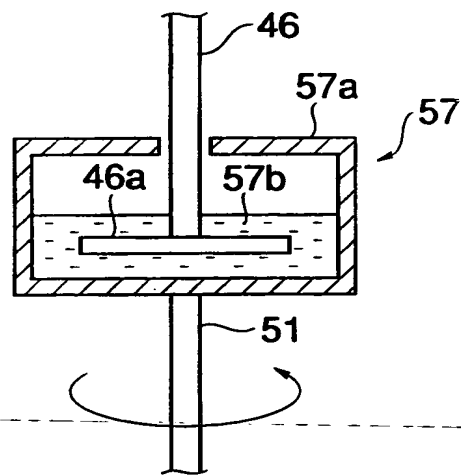




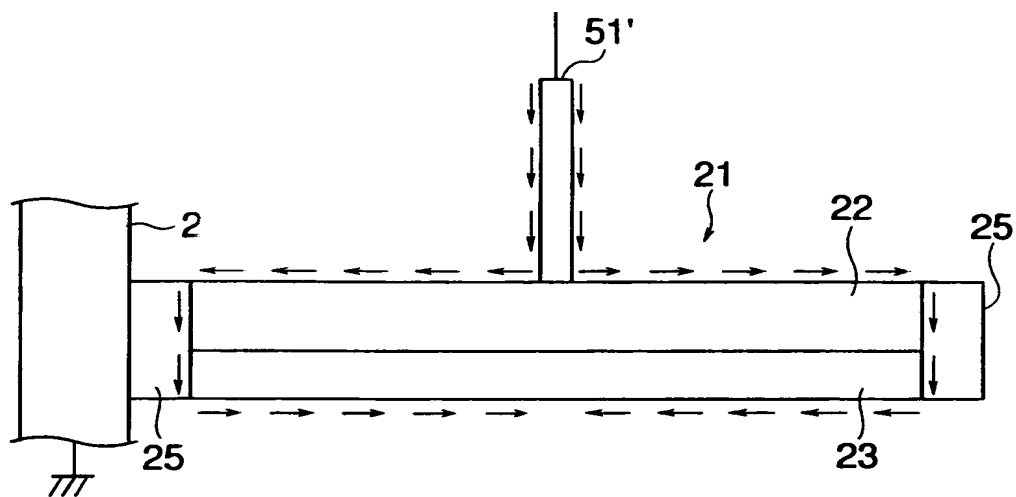
【図 2】



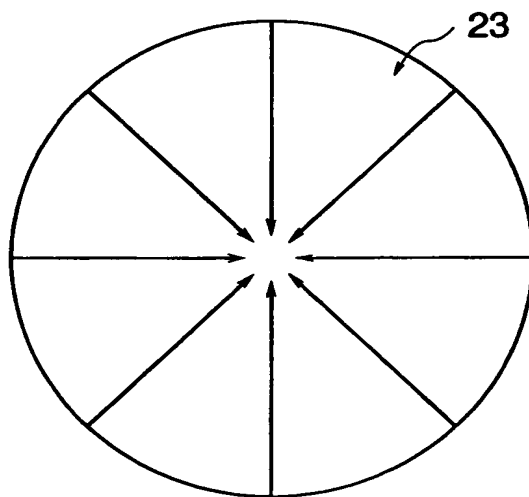
【図 3】



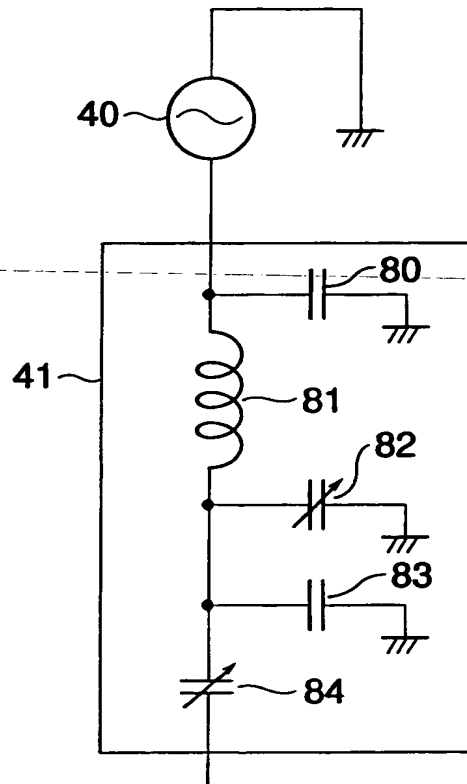
【図 4】



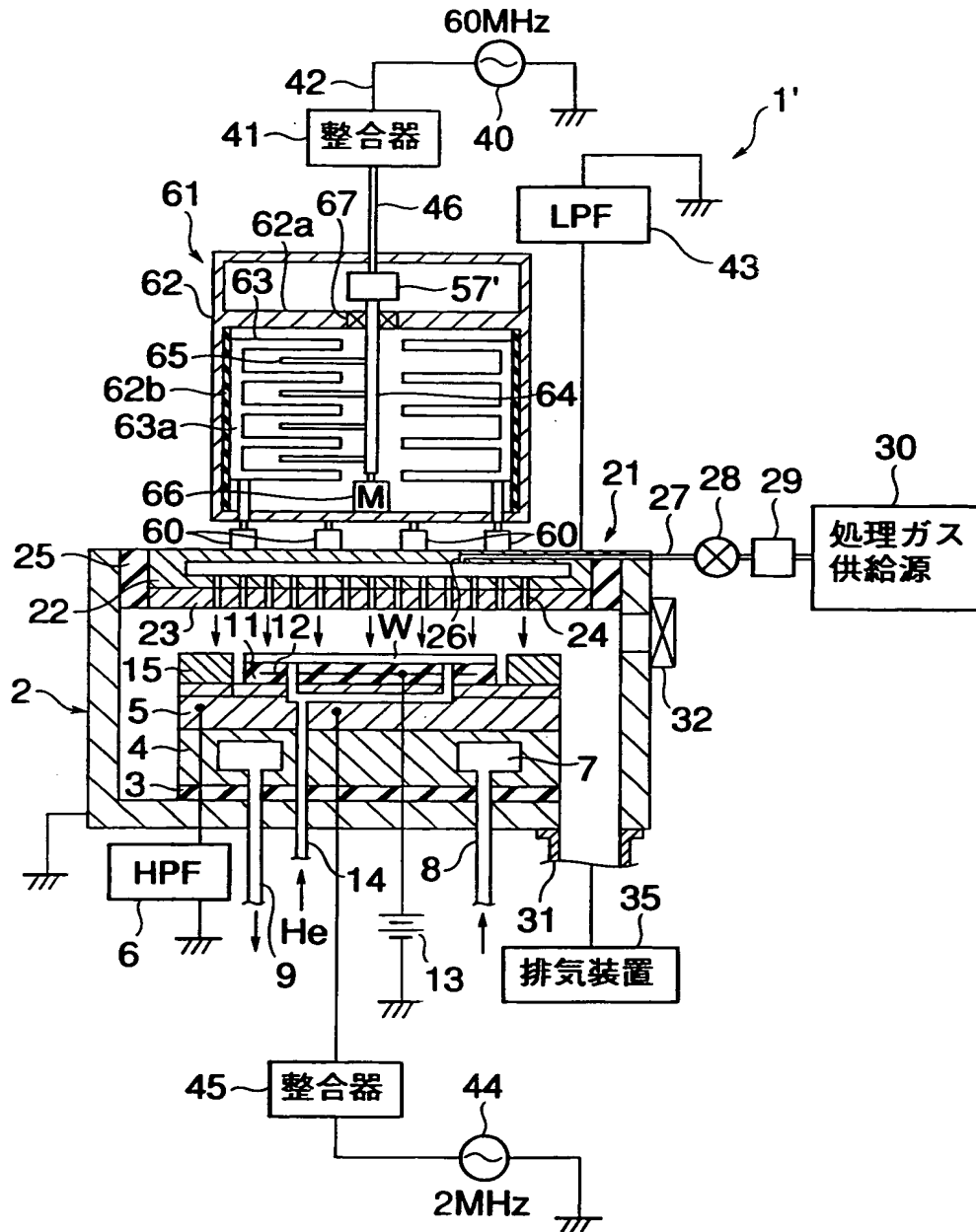
【図 5】



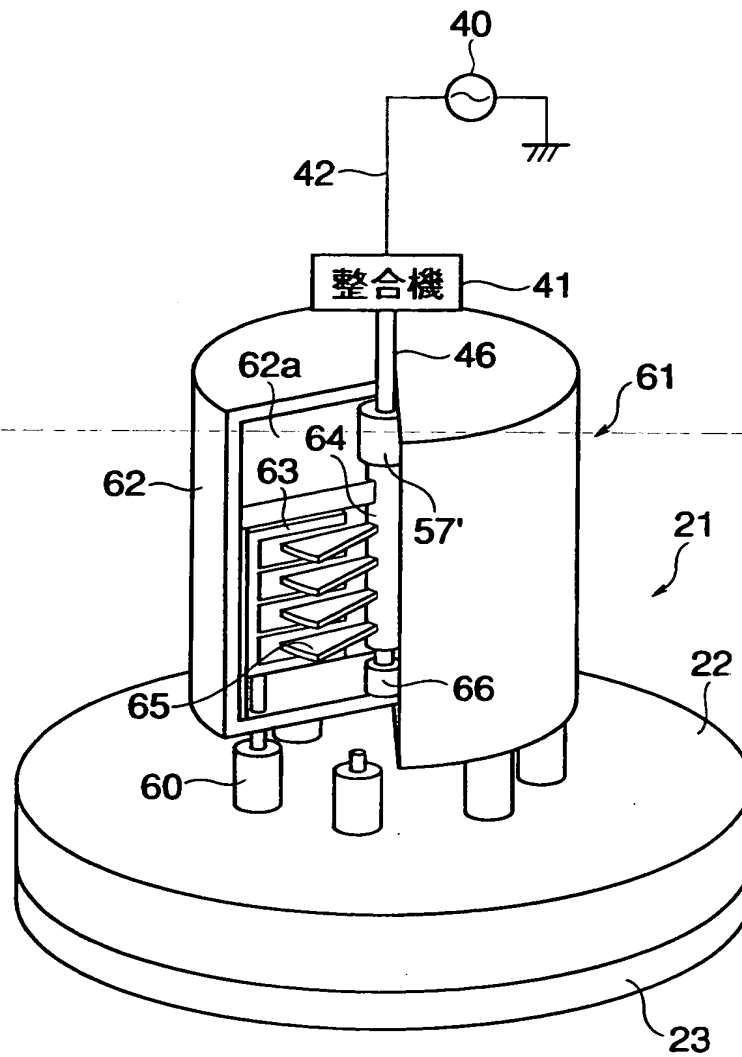
【図 6】



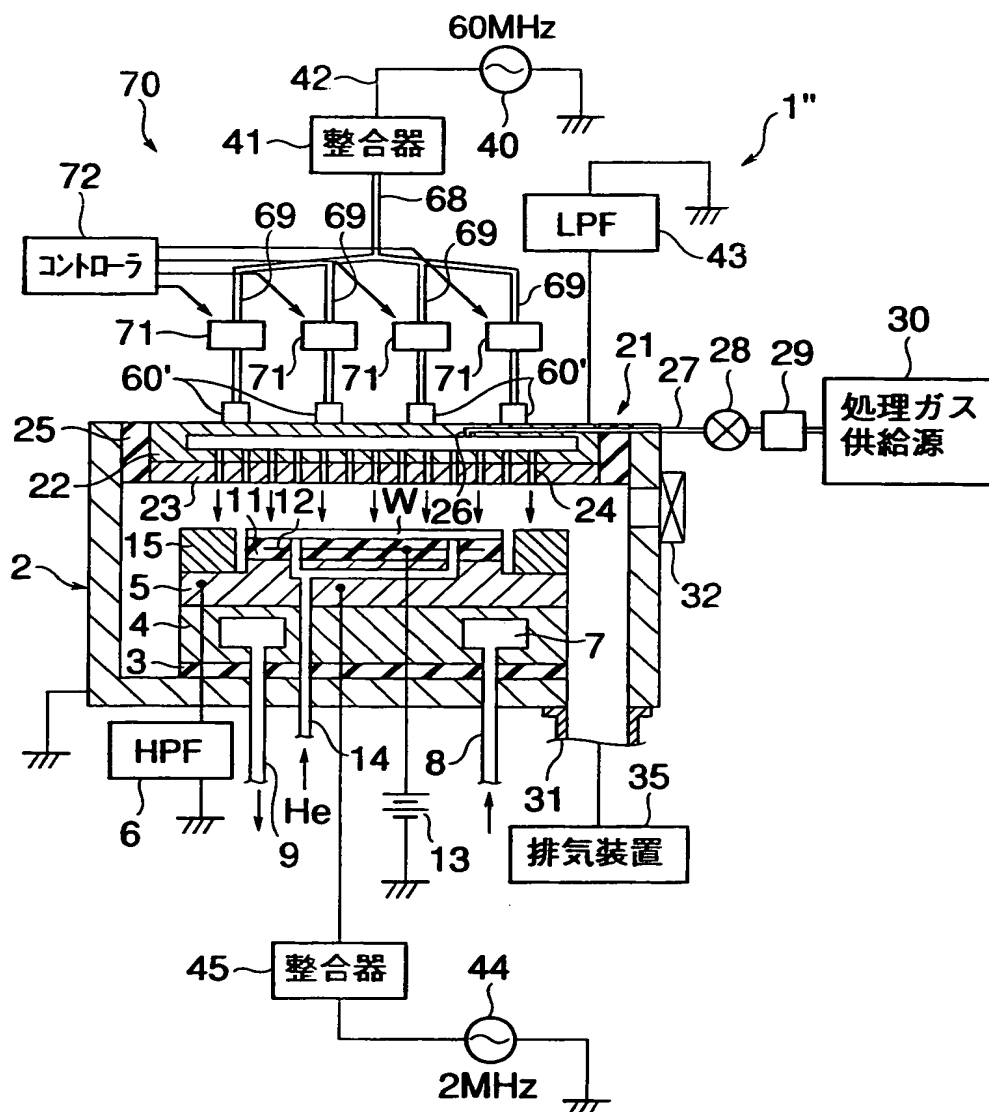
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 より微細化に対応可能な高密度プラズマを用いたプラズマ処理において、電極表面における電界分布の不均一を小さくすることが可能であり、プラズマ密度を均一にすることが可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供すること。

【解決手段】 チャンバー内に相対向するように設けられた第 1 および第 2 の電極 21,5 を配置し、給電面である第 1 の電極 21 の第 2 の電極 5 に対向する面と反対側の面から微小離隔して給電板 52 を配置し、給電板 52 における、第 1 の電極 21 の給電面の中心に対応する位置から径方向にずれた位置に給電棒 51 を接続し、給電板 52 を回転させて、給電棒 51 の給電位置を前記第 1 の電極の給電面上で回転させる。このようにして給電して、第 1 および第 2 の電極間 21,5 に高周波電界を形成することによりプラズマを形成し、基板 W にプラズマ処理を施す。

【選択図】 図 1

特平 1 1 - 2 3 4 1 9

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 1 1 年 特許願 第 2 3 4 1 9 8 号
受付番号	5 9 9 0 0 8 0 6 0 1 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 1 年 8 月 2 4 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成 1 1 年 8 月 2 0 日
-------	--------------------

次頁無



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社

---

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**